动 物 学 研 究 1999, Oct. 20 (5): 360~364 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

西双版纳四种植被亚型原始林和次生林蚂蚁群落比较研究

徐正会 柳太勇 何云峰 曾 光
(西南林学院资源学院 昆明 650224 zhxu@public.km.yn.cn)

摘要: 采用样地调查法对西双版纳地区4种植被亚型原始林和次生林的蚂蚁群落作了比较研究。山地雨林和石灰岩山季雨林的次生林是原始林经过连续过度砍伐形成的树冠结构不完整的次生林；而落叶季雨林和季风常绿阔叶林的次生林是大约20年前原始林因刀耕火种被全部砍伐，后来恢复成树冠结构完整的次生林。山地雨林和石灰岩山季雨林次生林蚂蚁特有种数目显著低于原始林。而落叶季雨林和季风常绿阔叶林的次生林特有种数目与原始林接近或高于原始林。原始林优势种数目通常多于次生林。原始林的物种数目通常高于次生林。边缘效应在山地雨林次生林中有明显表现。石灰岩山季雨林是一种相对脆弱的生态系统，次生林蚂蚁群落的稳定性显著降低。落叶季雨林的次生林呈现了处于进展演替后期的系统多物种竞争的局面，而季风常绿阔叶林的次生林表现了处于进展演替初期系统的情形。从蚂蚁群落相似性系数来看，4种植被亚型的原始林和次生林蚂蚁物种的组成均具有显著差异。结果表明次生林的形成对生物多样性保护不利，退耕还林则有利于生物多样性的保护。

关键词: 蚂蚁群落，物种多样性，原始林和次生林，植被亚型，中国西双版纳
中图分类号: Q969.554.2 **文献标识码**: A **文章编号**: 0254-5853(1999)-05-0360-05

西双版纳州地处云南省南部，面积19 690 km²，位于东经99°56′~101°50′，北纬21°08′~22°36′之间(徐永椿等，1987)。受喜马拉雅造山运动影响，西双版纳地区形成了多样化的地貌和气候，从而在有限的地理范围内演化出了多样化的森林类型。次生林是原始林受人类频繁采伐、放牧、刀耕火种等活动影响的产物，这类活动造成森林组成、结构、季相等特征发生显著变化。次生林在西双版纳地区分布广泛，次生化程度各不相同，类型复杂。目前国内尚未见有关次生林蚂蚁群落的专题报道。本文对西双版纳地区山地雨林、石灰岩山季雨林、落叶季雨林、季风常绿阔叶林4种植被亚型原始林和次生林的蚂蚁群落作了比较研究。这4种植被亚型分为2类：山地雨林和石灰岩山季雨林的次生林是原始植被经过连续过度砍伐形成的树冠结构极不完整的次生林；而落叶季雨林和季风常绿阔叶林的次生林是大约20年前原始林因刀耕火种被全部砍伐，后来恢复成树冠结构完整的次生林。本研究的目的在于探讨森林次生化对蚂蚁群落的影响，为生物多样性保护提供科学依据。

1 研究方法

1.1 野外取样及调查方法

野外调查时间为1997年秋季。参考西双版纳植被考察报告（见徐永椿等，1987）和西双版纳植被图，依据海拔、建群树种、森林结构、季相变化等特征确定原始植被亚型并选定样地，同时在原始林外人类频繁活动区选定相同植被亚型的次生林为样地。分别在原始林和次生林中类似坡面向上或向下每隔8 m取1样方，每种植被亚型调查5块同样的样方。样方面积为1 m×1 m，由地表样、土壤样及树冠样组成。将地表样方中的地被物、草本层和地表活动的蚂蚁全部计数并采集标本。在土壤样方内挖掘20 cm深的土壤，对土壤中发现的蚂蚁计数并采集标本。若发现成巢的蚂蚁，将其铲人白色磁盘内取样计数并采集标本。树冠样调查是将2 m×2 m的白色幕布展开，振落样方上空小乔木和灌木上的蚂蚁，将其全部采集。蚂蚁标本保存于盛有

收稿日期：1998-09-21，修改稿收到日期：1999-04-14
基金项目：国家自然科学基金（青年基金）(39500118) 和云南省应用基础研究基金资助项目 (95C067Q)

75%乙醇的玻璃瓶内。

1.2 室内标本制作与鉴定

将采回的标本进行分类和编号,用 1 根 4 号或 3 号昆虫针插上 1～3 片三角纸(3 mm×12 mm 大小),将三角纸尖蘸胶水后粘于蚂蚁的中、后足基节之间的腹面,当三角纸指向昆虫针左侧时,让粘于顶端的蚂蚁头部向前,背面朝上以便于观察鉴定。应用经典形态分类学方法将蚂蚁标本逐一鉴定到属或种(吴坚等,1995;唐觉等,1995;Bingham,1903;Bolton,1994)。

2 样地环境概述

4 种植被亚型原始林和次生林的环境概况列表比较如下(表 1)。

表 1　4 种植被亚型原始林和次生林的环境特征比较

Table 1　Comparison of the environmental characteristics of primeval and secondary forests of the 4 vegetation subtypes

植被亚型 (A)	山地雨林 (mountain rain forest)		石灰岩山季雨林 (karst monsoon forest)		落叶季雨林 (deciduous monsoon forest)		季风常绿阔叶林 (monsoon evergreen broad-leaf forest)	
植被性质 (B)	原始林 (primeval)	次生林 (second)	原始林 (primeval)	次生林 (second)	原始林 (primeval)	次生林 (second)	原始林 (primeval)	次生林 (second)
地点 (C)	巴卡	巴卡	翠屏峰	石灰山	龙林	龙门	南贡山	怕迫
海拔/m (D)	840	850	760	780	1 050	1 060	1 300	1 280
坡向 (E)	SW	SW	SE	SW	S	SE	SW	SW
坡度 (F)	25	35	27	20	35	25	15	30
土壤类型 (G)	砖红壤	黄色砖红壤	石灰岩土	石灰岩土	赤红壤	黄色赤红壤	赤红壤	黄色赤红壤
土壤质地 (H)	粘壤	沙壤	粘壤	粘壤	沙壤	沙壤	沙壤	沙壤
土壤湿度 (I)	潮	潮	潮湿	潮湿	潮	潮湿	潮湿	潮湿
土壤结构 (J)	紧密	稍紧密	紧密	紧密	疏松	疏松	疏松	疏松
郁闭度 (K)	0.8	0.6	0.9	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8
乔木层次 (L)	3	2	3	2	3	2	2	2
乔木高度/m (M)	35～40	20～25	35～40	20～25	30～35	25～30	30～35	25～30
灌木盖度/% (N)	30	50	30	45	30	30	20	30
草本盖度/% (O)	5	30	5	50	30	20	20	60
地被物盖度/% (P)	90	80	70	60	98	95	98	80
藤本植物 (Q)	丰富	丰富	极丰富	极丰富	较少	较少	较少	较少

A= vegetation subtypes; B= vegetation nature; C= localities; D= altitude; E= slope direction; F= gradient; G= soil types; H= soil character; I= soil humidity; J= soil structure; K= canopy density; L= layers of arbor crown; M= arbor height; N= shrub density; O= herb density; P= litter density; Q= richness of liana

3 结果分析

3.1 特有种和优势种比较

在 4 种植被亚型的原始林和次生林内发现蚂蚁 132 种，分隶于 52 属，8 亚科。此处将只在同一植被亚型原始林或次生林中发现的物种称为特有种。依据物种个体数占各样地个体总数的比例确定优势种、常见种和稀有种（王宗英等，1996）：>10%为优势种（a），1%～10%为常见种（b），<1%为稀有种（c）。4 种植被亚型原始林和次生林的特有种和优势种数目见表 2。

山地雨林和石灰岩山季雨林的特有种，原始林明显多于次生林；而落叶季雨林的特有种，次生林多于原始林；季风常绿阔叶林的特有种，原始林稍多于次生林。

山地雨林的优势种，原始林明显多于次生林；石灰岩山季雨林的优势种，原始林多于次生林，次生林优势种比重很大；落叶季雨林的优势种，次生林超过原始林；季风常绿阔叶林的优势种，原始林多于次生林，次生林内优势种西氏拟毛蚁的比重较大。

3.2 原始林和次生林物种多样性比较

依据 Simpson 优势度公式计算优势度指数 C；根据 Shannon-Wiener 多样性公式计算多样性指数 H；依据 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数 E（马克平，1994；王宗英等，1996；徐正会等，1999a，b）。

4 种植被亚型原始林和次生林的物种数（S）、个体总数（N）、密度（D）、多样性指数（H）、均匀度指数（E）、优势度指数（C）见表 3。

3.2.1　物种数比较　从表 3 看出，山地雨林和石灰岩山季雨林原始林的物种数明显多于次生林。而落叶季雨林原始林的物种数少于次生林。季风常绿阔叶林原始林和次生林的物种数很接近。

3.2.2　密度比较　从表 3 看出，山地雨林和落叶季雨林原始林的密度大于次生林，而石灰岩山季雨林和季风常绿阔叶林次生林的密度大于原始林。可见 4 种植被亚型原始林和次生林内蚂蚁的密度缺少

规律性，但密度与优势度有正相关关系，与均匀度 呈负相关关系。

表2 4种植被亚型原始林和次生林蚂蚁特有种和优势种比较

Table 2 Comparison of peculiar species and dominant species of ants in primeval and secondary forests of the 4 vegetation subtypes

植被亚型(vegetation subtypes)	植被特征(vegetation character)	特有种数(peculiar species number)	优势种数(dominant species number)	优势种名录(dominant species list)	优势种百分比/%(dominant species percentage)
山地雨林(mountain rain forest)	原始林(primeval)	20	3	沃森大头蚁(*Pheidole watsoni* Forel)	31.11
				拟毛蚁 sp.1(*Pseudolasius* sp.1)	29.03
				西氏拟毛蚁(*Pseudolasius silvestrii* Wheeler)	26.36
	次生林(secondary)	14	1	西氏拟毛蚁	29.58
石灰岩山季雨林(karst monsoon forest)	原始林(primeval)	19	2	西氏拟毛蚁	62.29
				全异巨首蚁[*Pheidologeton diversus* (Jerdon)]	13.72
	次生林(secondary)	15	1	西氏拟毛蚁	88.19
落叶季雨林(deciduous monsoon forest)	原始林(primeval)	20	2	西氏拟毛蚁	58.71
				亮红大头蚁(*Pheidole fervida* Smith)	21.70
	次生林(secondary)	23	3	西氏拟毛蚁	37.85
				贾氏火蚁(*Solenopsis jacoti* Wheeler)	16.89
				四刺冠胸蚁[*Lophomyrmex quadrispinosus* (Jerdon)]	15.86
季风常绿阔叶林(monsoon evergreen broad-leaf forest)	原始林(primeval)	32	3	西氏拟毛蚁	25.57
				亮红大头蚁	24.52
				四刺冠胸蚁	12.83
	次生林(secondary)	31	2	西氏拟毛蚁	54.90
				全异巨首蚁	20.68

表3 4种植被亚型原始林和次生林蚂蚁群落的几项重要指标

Table 3 Some important targets and indexes of ant communities in primeval and secondary forest of the 4 vegetation subtypes

植被亚型(vegetation subtypes)	植被特征(vegetation character)	物种数(species number) S	个体总数(individual sum) N	密度/头·m^{-2}(density) D	多样性指数(species diversity index) H	均匀度指数(evenness index) E	优势度指数(predominant index) C
山地雨林 (R)	原始林 (PR)	34	2 739	547.8	1.627	0.461	0.254
	次生林 (SE)	28	862	172.4	2.767	0.830	0.132
石灰岩山季雨林 (S)	原始林 (PR)	33	1 713	342.6	1.566	0.448	0.412
	次生林 (SE)	29	6 327	1 265.4	0.640	0.190	0.780
落叶季雨林 (T)	原始林 (PR)	38	15 063	3 012.6	1.043	0.287	0.397
	次生林 (SE)	41	1 551	310.2	2.177	0.586	0.203
季风常绿阔叶林 (U)	原始林 (PR)	48	2 292	458.4	2.430	0.628	0.151
	次生林 (SE)	47	3 816	763.2	1.701	0.442	0.349

R = mountain rain forest; S = karst monsoon forest; T = deciduous monsoon forest; U = monsoon evergreen broad-leaf forest; PR = primeval forest; SE = secondary forest

3.2.3 多样性、均匀度和优势度比较 ①从表3看出，山地雨林的次生林物种多样性指数大于原始林，同时次生林具有很高的均匀度，与原始林相比优势度差异不显著。边缘效应在次生林中有明显表现。②石灰岩山季雨林原始林物种多样性指数显著大于次生林，均匀度明显大于次生林，而次生林的优势度显著大于原始林，优势种十分突出。说明石灰岩山季雨林是一种相对脆弱的生态系统，在人为干扰下，蚂蚁群落的稳定性显著降低。③落叶季雨林次生林物种多样性指数明显大于原始林，次生林有较高的均匀度，原始林与次生林相比优势度差异不显著。说明落叶季雨林的次生林处于进展演替的后期，形成了多物种竞争的格局。④季风常绿阔叶林原始林物种多样性指数明显大于次生林，原始林均匀度大于次生林，而次生林优势度大于原始林。说明季风常绿阔叶林的次生林尚处于进展演替的初

期，群落的稳定性还不及原始林。

3.3 物种相似性比较

依据Jaccard相似性公式计算相似性系数（马克平，1994；王宗英等，1996；徐正会等，1999a，b），即：

$$q = c/(a + b - c)$$

式中：c为两个群落的共同物种数，a和b分别为群落A和群落B的物种数。

根据Jaccard相似性系数的原理，当q为0.00～0.25时为极不相似，q为0.25～0.50时为中等不相似，q为0.50～0.75时为中等相似，q为0.75～1.00时为极相似。4种植被亚型原始林和次生林之间的相似性系数列于表4。

从表4看出，山地雨林、石灰岩山季雨林和落叶季雨林3种植被亚型原始林和次生林蚂蚁群落相似性系数在0.265～0.295之间，处于中等不相似水平；季风常绿阔叶林原始林和次生林蚂蚁群落的相似性系数为0.203，处于极不相似水平。

表4 4种植被亚型原始林和次生林之间蚂蚁群落相似性系数（q值）

Table 4 Similarity coefficient (q) of ant communities between primeval and secondary forests of the 4 vegetation subtypes

		山地雨林（R）原始林（PR）	石灰岩山季雨林（S）原始林（PR）	落叶季雨林（T）原始林（PR）	季风常绿阔叶林（U）原始林（PR）
山地雨林（R）	次生林（SE）	0.265			
石灰岩山季雨林（S）	次生林（SE）		0.292		
落叶季雨林（T）	次生林（SE）			0.295	
季风常绿阔叶林（U）	次生林（SE）				0.203

R = mountain rain forest; S = karst monsoon forest; T = deciduous monsoon forest; U = monsoon broadleaf forest; PR = primeval forest; SE = secondary forest.

4 讨论

4.1 从特有种数目来看，通过人为连续砍伐导致树冠结构极不完整的次生林，如山地雨林和石灰岩山季雨林的次生林，蚂蚁特有种数目显著低于原始林。而在刀耕火种裸地上通过进展演替形成的次生林，如落叶季雨林和季风常绿阔叶林的次生林，特有种数目与原始林接近或高于原始林。说明人类对森林的连续干扰对蚂蚁群落的稳定性不利，而不受干扰的进展演替有利于群落多样性的恢复。同时，4种植被亚型原始林和次生林的特有种数目均很大，说明原始林与次生林之间蚂蚁群落有着明显的差异。

4.2 从4种植被亚型的优势种来看，原始林优势种数目通常多于次生林，如山地雨林、石灰岩山季雨林和季风常绿阔叶林。只是在落叶季雨林中出现相反情况。说明原始林的蚂蚁群落通常具有较高的稳定性。

4.3 从物种数目来看，原始林的物种数目通常高于次生林，如山地雨林、石灰岩山季雨林和季风常绿阔叶林。只是在落叶季雨林中出现相反情况。说明原始林通常具有较丰富的多样性。

4.4 从物种多样性指数、均匀度指数和优势度指数来看，边缘效应在山地雨林次生林中有明显表现，说明山地雨林是一种结构相对复杂、抗逆性较强的生态系统。相比之下，石灰岩山季雨林则表现出相对脆弱的特性。落叶季雨林的次生林呈现出处于进展演替后期的系统多物种发展、竞争的局面，而季风常绿阔叶林的次生林表现了处于进展演替初期系统的情形。

4.5 从蚂蚁群落相似性系数来看，4种植被亚型的原始林和次生林蚂蚁物种的组成均具有显著差异，说明植被次生化对蚂蚁群落的影响是普遍存在和显而易见的，只是程度不同而已。

通过以上分析得知，原始林和次生林的蚂蚁群落在结构上具有明显差异，次生林的形成对生物多样性保护不利。退耕还林则有利于生物多样性的保护，群落的生物多样性可以经过进展演替逐步得到恢复。

参考文献

马克平，1994．生物群落多样性的测度方法[A]．见：中国科学院生物多样性委员会编．生物多样性研究的原理与方法[M]．北京：中国科学技术出版社．1～237．[Ma K P, 1994. The measurement of community diversity. In: Biodiversity Committee of Chinese Acade-

my of Sciences (ed). Principles and methodologies of biodiversity studies. Beijing: Chinese Science and Technology Press. 1 - 237.]

王宗英,路有成,王慧芙,1996. 九华山土壤螨类的生态分布[J]. 生态学报,16(1):58~60. [Wang Z Y, Lu Y C, Wang H F, 1996. The ecological distribution of soil mites in Jiuhua Mountains. *Acta Ecologica Sinica*, 16(1):58 - 64.]

吴 坚,王常禄,1995. 中国蚂蚁[M]. 北京:中国林业出版社. 1 - 214. (Wu J, Wang C L, 1995. The ants of China. Beijing: China Forestry Publishing House. 1 - 214.)

唐 觉,李 参,黄恩友等,1995. 中国经济昆虫志膜翅目蚁科(一)[M]. 北京:科学出版社. 1~134. [Tang J, Li S, Huang E Y *et al*, 1995. Economic insect fauna of China. Fasc. 47 Hymenoptera: Formicidae (1). Beijing: Science Press. 1 - 134.]

徐正会,曾 光,柳太勇等,1999a. 西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究[J]. 动物学研究,20(2):118~125. [XU Z H, ZENG G, LIU T Y *et al*, 1999a. A study on communities of Formicidae ants in different subtypes of vegetation in Xishuangbanna district of China. *Zoological Research*, 20(2):118 - 125.]

徐正会,杨比伦,胡 刚,1999b. 西双版纳片断山地雨林蚁科昆虫群落研究[J]. 动物学研究,20(4):288~293. [Xu Z H, Yang B L, Hu G, 1999b. Formicidae ant communities in fragments of montane rain forest in Xishuangbanna, China. *Zoological Research*, 20(4): 288 - 293.]

徐永椿,姜汉桥,全复主编,1987. 西双版纳自然保护区综合考查报告集[M]. 昆明:云南科技出版社. 1~541. [Xu Y C, Jiang H Q, Quan F (eds), 1987. Reports on the synthetic expedition to Xishuangbanna Nature Reserve. Kunming: Yunnan Science and Technology Press. 1 - 541.]

Bingham C T, 1903. The fauna of British India including Ceylon and Burma. Hymenoptera 2. Ants and cuckoowasps[M]. London: Taylor and Francis. 1 - 414.

Bolton B, 1994. Identification guide to the ant genera of the world[M]. Cambridge: Harvard University Press. 1 - 222.

A COMPARATIVE STUDY ON THE ANT COMMUNITIES IN PRIMEVAL AND SECONDARY FORESTS OF FOUR VEGETATION SUBTYPES IN XISHUANGBANNA OF CHINA

XU Zheng-hui LIU Tai-yong HE Yun-feng ZENG Guang

(*Faculty of Resources, Southwest Forestry College, Kunming* 650224 *zhxu@public.km.yn.cn*)

Abstract: Through sample plot investigating method, a comparative study on ant communities in primeval and secondary forests of 4 vegetation subtypes were conducted in Xishuangbanna District. The secondary forests of mountain rain forest and karst monsoon forest were formed from the primeval forest by continuous excessive felling of trees and the structure of arbor crown is incomplete. Secondary forests of deciduous monsoon forest and monsoon evergreen broad-leaf forest were recovered from bare land after slash-and-burn cultivation about 20 years ago and the structure of arbor crown is complete. Peculiar species number of secondary forests of mountain rain forest and karst monsoon forest is distinctly lower than the number of primeval forests. But peculiar species number of secondary forests of deciduous monsoon forest and monsoon evergreen broad-leaf forest is about equal to or higher than the number of primeval forests. The dominant species number of primeval forests is usually larger than the number of secondary forests. Species number of primeval forests is also larger than the number of secondary forests. Marginal effect is well displayed in the secondary forest of mountain rain forest. Karst monsoon forest is a relatively weak ecosystem, the stability of the ant community is obviously reduced in its secondary forest. A multi-species competition situation of an ecosystem in the later stage of an advance succession is presented in the secondary forest of deciduous monsoon forest. While the state of an ecosystem situated in the initial stage of an advance succession is expressed in the secondary forest of monsoon evergreen broad-leaf forest. According to the Jaccard similarity coefficient, the composition of the ant species all has distinct difference between primeval and secondary forests of the 4 vegetation subtypes. The result shows that formation of secondary forest is harmful to biodiversity conservation, and it is favorable for the conservation of biodiversity to change farmland into forest.

Key words: Ant community, Species diversity, Primeval and secondary forest, Vegetation subtypes, Xishuangbanna of China